SNI

Standar Nasional Indonesia

SNI 3967:2013

Spesifikasi dan metode uji bantalan karet (elastomer) untuk perletakan jembatan

ICS 93.040

Badan Standardisasi Nasional

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, copy standar ini dibuat untuk penayangan di website Akses SNI dan tidak untuk dikomersilkan"

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, copy standar ini dibuat untuk penayangan di website Akses SNI dan tidak untuk dikomersilkan"

© BSN 2013

Hak cipta dilindungi undang-undang. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh isi dokumen ini dengan cara dan dalam bentuk apapun serta dilarang mendistribusikan dokumen ini baik secara elektronik maupun tercetak tanpa izin tertulis dari BSN

BSN
Gd. Manggala Wanabakti
Blok IV, Lt. 3,4,7,10.
Telp. +6221-5747043
Fax. +6221-5747045
Email: dokinfo@bsn.go.id
www.bsn.go.id

Diterbitkan di Jakarta

Daftar isi

Daftar isi i
Prakata ii
Pendahuluan iii
1 Ruang lingkup 1
2 Acuan normatif 1
3 Istilah dan definisi 2
4 Persyaratan umum 3
5 Bahan 3
6 Pembuatan 5
7 Toleransi 5
8 Penandaan 6
9 Pengujian bantalan dan kriteria penerimaan 6
9.1 Umum 6
9.2 Kriteria Penerimaan 7
9.3 Pengujian 8
9.3.1 Penentuan regangan tekan pada beban rencana maksimum 8
9.3.2 Pengujian tekan dengan benda uji dimiringkan untuk modulus geser 8
9.3.3 Metode pengujian kekuatan lekat 10
Lampiran A (informatif) 12
Lampiran B (normatif) 13
Bibliografi 15

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, copy standar ini dibuat untuk penayangan di website Akses SNI dan tidak untuk dikomersilkan"

© BSN 2013

Prakata

Standar ini merupakan revisi dari SNI 3967:2008 Spesifikasi dan cara uji perletakan elastomer jembatan tipe polos dan tipe laminasi, untuk mengacu pada AASHTO *M251-06, Standard specification for plain and laminated elastomeric bridge bearing,* serta menyesuaikan dengan beberapa standar tentang bantalan karet yang terbit di Indonesia dan telah dilakukan beberapa perubahan yang disesuaikan dengan kondisi di Indonesia, beberapa di antaranya adalah pengujian-pengujian untuk kondisi beku yang tidak diatur dalam strandar ini.

Standar ini dipersiapkan oleh Panitia Teknis 91-01 Bahan Konstruksi Bangunan dan Rekayasa Sipil pada Subpanitia Teknis Rekayasa Jalan dan Jembatan 91-01-S2 melalui Gugus Kerja Jembatan dan Bangunan Pelengkap Jalan.

Tata cara penulisan disusun mengikuti Pedoman Standardisasi Nasional 08 Tahun 2007 dan dibahas dalam forum rapat konsensus yang diselenggarakan pada tanggal 7 Maret 2012 di Bandung, dengan melibatkan para narasumber, pakar dan lembaga terkait.

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, copy standar ini dibuat untuk penayangan di website Akses SNI dan tidak untuk dikomersilkan"

Pendahuluan

Spesifikasi dan metode uji bantalan karet (elastomer) tipe polos dan tipe berlapis untuk perletakan jembatan ini disusun untuk menggantikan SNI 3967:2008 yang telah terbit sebelumnya.

Dalam standar ini masih dibahas mengenai spesifikasi bahan yang diambil dari AASHTO M 251-2006 yang bertujuan untuk menjaga bantalan karet yang akan digunakan tidak hanya kuat secara mekanis akan tetapi memiliki daya tahan (*durability*) yang sesuai sehingga dapat mendukung usaha mempertahankan usia jembatan. Dalam standar ini disampaikan keterangan yang lebih jelas mengenai pengujian yang harus dilakukan dalam mengendalikan kualitas bantalan karet serta definisi lot untuk kondisi di Indonesia.

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, copy standar ini dibuat untuk penayangan di website Akses SNI dan tidak untuk dikomersilkan"

© BSN 2013

Spesifikasi dan metode uji bantalan karet (elastomer) tipe polos dan tipe berlapis untuk perletakan jembatan

1 Ruang lingkup

Standar ini meliputi persyaratan bahan bantalan karet (elastomer) tipe polos dan tipe berlapis untuk perletakan jembatan. Bantalan karet (elastomer) yang dibuat berdasarkan spesifikasi ini harus memiliki kemampuan yang cukup terhadap pemuaian dan kontraksi akibat temperatur, rotasi, perubahan kemiringan (*chamber changes)*, serta rangkak dan susut yang terjadi pada elemen struktur. Pengujian yang terdapat dalam standar ini adalah pengujian bantalan karet untuk jembatan yang meliputi pengujian beban berlebih (1,5 x beban rencana), regangan tekan pada beban rencana maksimum pengujian tekan dengan benda uji dimiringkan untuk modulus geser, dan pengujian kekakuan tekan.

2 Acuan normatif

Dokumen referensi di bawah ini harus digunakan dan tidak dapat ditinggalkan untuk melaksanakan standar ini.

SNI 06-4889-1998, *Penentuan pampatan tetap karet vulkanisat atau karet termoplastik* (ASTM 395)

SNI 06-4892-1998, *Penentuan kuat rekat antara logam dengan karet vulkanisat - Metode satu pelat* (ASTM D 429)

SNI 06-4894-1998, *Ketahanan karet vulkanisat atau karet termoplastik terhadap keretakan oleh ozon (uji peregangan statik)* (ASTM D 1149)

SNI 06-4966-1999, *Penentuan sifat-sifat tegangan dan regangan dari karet vulkanisat dan karet termoplastik* (ASTM D 412)

SNI 06-4997-1999, *Penentuan ketahanan sobek karet vulkanisat (potongan uji tipe Delft)*

SNI 06-4999-1999, *Penentuan kekerasan karet vulkanisat dengan menggunakan durometer shore* (D 2240)

SNI 06-6314-2000, *Penentuan dimensi potongan uji dari karet vulkanisat, karet termoplastik dan barang jadi karet untuk keperluan pengujian*

SNI 06-6315-2000, *Pengujian keusangan yang dipercepat atau ketahanan panas dari karet vulkanisat* (ASTM D 573)

SNI 07-6764-2002, *Spesifikasi baja struktural*

SNI ISO 188:2010, *Pengujian pengusangan yang dipercepat dan ketahanan panas dari karet vulkanisat atau termoplastik*

AASHTO *R 11, Indicating Which Places of Figures are to be Considered Significant in Specified Limiting Values*

AASHTO *T 67, Standard Practices for Force-Verification of Testing Machines*

AASHTO *Standard Specification for Highway Bridges*

ASTM A 36/A 36M, *Specification for Carbon Structural Steel*

ASTM D 746, *Test Method for Brittleness Temperature of Plastics and Elastomerics by Impact*

ASTM D 751, *Test Method for Coated Fabric*

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, copy standar ini dibuat untuk penayangan di website Akses SNI dan tidak untuk dikomersilkan"

ASTM A 1011M, *Specification for Steel, sheet and strip*

ASTM D 3183*, Practice for Rubber Preparation of Pieces for Test Purposes from Products*

ASTM D 4014, Specification For Plain and Steel-Laminated Elastomeric Bearings For Bridges

ANSI B46.1, S*urfaces and Surfacing*

Steel Structures Painting Council, SSPC – VIS 1-01, *Visual Standard for Abrasive Blast Cleaned Steel*

3 Istilah dan definisi

Untuk tujuan penggunaan pedoman ini, istilah dan definisi berikut digunakan.

3.1
bantalan berlapis (*laminasi*)
bantalan karet (elastomer) yang terdiri dari karet dan menggunakan lapisan pelat baja atau lapisan anyaman (*fabric*)

3.2
bantalan karet (elastomer)
suatu elemen jembatan yang terbuat dari karet alam atau karet sintetis (*neoprene*) yang berfungsi untuk meneruskan beban dari bangunan atas ke bangunan bawah

3.3
bantalan polos
bantalan karet yang hanya terdiri dari karet saja

3.4
duro
kelompok nilai kekerasan karet yang diuji dengan alat durometer

3.5
kompon
bahan mentah yang diperoleh dari campuran bahan baku karet ditambah bahan-bahan lainnya untuk meningkatkan kekuatan dan keawetan dari karet

3.6
lot
kumpulan dari 100 buah bantalan karet atau kurang yang diproduksi dengan cara menerus dari campuran karet yang sama, dirawat di bawah kondisi yang sama, dan semuanya terdiri dari ukuran dan tipe yang sama

3.7
pengusangan (*aging*)
proses mempercepat kerusakan untuk mengetahui ketahanan bahan terhadap pengaruh lingkungan

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, copy standar ini dibuat untuk penayangan di website Akses SNI dan tidak untuk dikomersilkan"

4 Persyaratan umum

a) Semua bantalan harus dirancang sesuai dengan ketentuan edisi terbaru yang tercantum dalam AASHTO LRFD *Bridge Design Specification*.

b) Ukuran bantalan karet yang dibuat harus sesuai dengan ukuran yang terdapat pada dokumen rancangan dengan toleransi yang terdapat pada pasal 7 dalam spesifikasi ini. Bantalan harus terbuat dari bahan yang disyaratkan; harus diuji pada tingkat yang dapat diterima; dan harus memenuhi semua persyaratan khusus yang ditentukan oleh pengguna jasa/konsumen;

c) Pihak penyedia jasa/produsen harus menyampaikan pemberitahuan secara tertulis kepada pengguna jasa/konsumen 30 hari sebelum memulai produksi bantalan. Pemberitahuan ini harus memuat nomor kontrak, jumlah, jenis kompon dan ukuran bantalan yang diproduksi, nama pembuat, lokasi, perwakilan yang akan mengkoordinasi kegiatan produksi, pemeriksaan, pengambilan contoh, dan pengujian dengan pihak pengguna jasa/konsumen;

d) Pengujian sifat-sifat fisik bantalan karet dapat berupa pengujian yang merusak terhadap satu atau lebih bantalan karet dari suatu lot. Dalam hal ini biaya penyediaan tambahan bantalan karet untuk keperluan pengujian ditanggung oleh penyedia jasa/produsen;

e) Apabila dalam satu rangkaian produksi dihasilkan bantalan untuk lebih dari satu pengguna jasa/konsumen, maka pihak penyedia jasa/produsen harus menyediakan sertifikat yang berbeda untuk masing-masing pengguna jasa/konsumen;

f) Sebagai keleluasaan dari pengguna jasa/konsumen, bantalan yang ditentukan berdasarkan kekerasan dan dirancang sesuai dengan Metode A dalam AASHTO LRFD *Bridge Design Specification* atau *Standard Specification for Highway Bridges* dapat diuji dan diterima berdasarkan persyaratan tambahan dalam tabel 1 dengan tetap memperhatikan persyaratan utama lainnya.

g) Sebagai tambahan persyaratan bahan dalam komponen satuan bantalan, spesifikasi ini menyediakan persyaratan penerimaan untuk bantalan yang telah jadi.

5 Bahan

a) Sifat-sifat karet;

Bahan-bahan campuran karet yang digunakan dalam pembuatan bantalan ini harus berupa *polycholoprene* (karet sintetis) yang tahan kristalisasi atau *polyisoprene* (karet alam) saja sebagai polimer mentah. Bantalan karet yang terbuat dari gabungan *polycholoprene* dan *polyisoprene* atau bahan lain, yang digabung dalam bentuk kompon, bentuk lapisan penyusun atau bentuk lainnya tidak diperkenankan. Seluruh bahan harus baru dan bukan daur ulang yang diambil dari bantalan yang telah jadi;

b) Karet yang telah jadi harus memenuhi persyaratan minimum pada Tabel 1. Sifat kompon karet yang tercantum pada Tabel 1 harus ditentukan berdasarkan pengambilan contoh dari bantalan yang akan digunakan;

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, copy standar ini dibuat untuk penayangan di website Akses SNI dan tidak untuk dikomersilkan"

Tabel 1 - Sifat sifat karet

PENGUJIAN		STANDAR	KARET ALAM			KARET SINTETIS (NEOPRENE)			SATUAN
			50 Duro	60 Duro	70 Duro	50 Duro	60 Duro	70 Duro	
Persyaratan Utama									
Sifat Fisik	Modulus Geser Minimum *	ASTM D412	0,55 a)			0,55 a)			MPa
	Kekerasan Shore "A"	06-4999	50 ± 5	60 ± 5	70 ± 5	50 ± 5	60 ± 5	70 ± 5	Point
	Kuat Tarik Minimum	06-4966	15.5	15.5	15.5	15.5	15.5	15.5	MPa
	Perpanjangan Ultimit Minimum *		450 a)	400	300	400 a)	350	300	%
Persyaratan tambahan									
Ketahahan Terhadap Panas (Heat Resistance)	Temperatur Spesifik Pengujian	06-6315	70	70	70	100	100	100	°C
	Lama Pengusangan (Aging)		168	168	168	70	70	70	Jam
	Perubahan Max. Kekerasan "Shore A"		+ 10	+ 10	+ 10	+ 15	+ 15	+ 15	Point
	Perubahan Maksimum pada Kuat Tarik		-25	-25	-25	-15	-15	-15	%
	Perubahan Maksimum pada Perpanjangan Ultimit		-25	-25	-25	-40	-40	-40	%
Perubahan akibat tekanan (Compression set)	Temperatur Spesifik Pengujian	06-4889 D395	70	70	70	100	100	100	°C
	Perubahan max. yang diizinkan setelah 22 jam		25	25	25	35	35	35	%
Kuat Lekat (Adhesion strength)	Kuat lekat minimum lapisan pelat yang diijinkan, (lapisan fabric)	06-4892	6,9 (5,2)	6,9 (5,2)	6,9 (5,2)	6,9 (5,2)	6,9 (5,2)	6,9 (5,2)	kN/m
Ketahanan Ozon	Konsentrasi ozon	06-4894	25	25	25	100	100	100	pphm
	Lama pengujian		48	48	48	100	100	100	Jam
	Dengan regangan 20 % pada Temperatur ± 37,7°C Prosedur penempatan D. 518, prosedur A		Tanpa Retak	Tanpa Retak	Tanpa Retak	Tanpa Retak	Tanpa Retak	Tanpa Retak	

*) Angka yang diberi tanda a) digunakan untuk bantalan yang tidak dirancang berdasarkan kekerasan.

c) Seluruh pengujian bahan harus dilakukan pada temperatur 23 °C ± 2 °C, jika temperatur lain tidak ditetapkan;

d) Untuk keperluan penentuan kesesuaian dengan spesifikasi ini, nilai yang diamati atau dihitung, harus dibulatkan ke 100 kPa terdekat untuk kuat tarik, ke 10 % terdekat untuk perpanjangan;

e) Minimum satu buah bantalan contoh dari setiap lot, harus diuji terhadap kesesuaian dengan Tabel 1 dalam standar ini;

f) Lapisan baja yang digunakan untuk penguat harus dibuat dari baja lunak gulungan sesuai dengan ASTM A 36, ASTM A1011, atau yang setara, kecuali disyaratkan lain oleh pengguna jasa/konsumen. Lapisan baja harus memiliki ketebalan yang ditetapkan oleh pengguna jasa/konsumen atau, apabila tidak ditentukan, harus memiliki ketebalan nominal minimum 1,52 mm. Lubang atau celah pada pelat akibat proses pembuatan tidak diperbolehkan, kecuali dipertimbangkan dalam perancangannya;

g) Pelat beban bantalan yang berada di luar harus sesuai dengan persyaratan ASTM A 36, ASTM A1011, atau yang setara, kecuali disyaratkan lain dalam dokumen kontrak. Selain itu, seluruh lapisan permukaan pelat beban pada bantalan harus diratakan dengan mesin sampai 0,25 mm. Permukaan bagian bawah (pelat pasangan) yang dirancang untuk dudukan pada perletakan tidak boleh melewati kerataan yang lebih dari 1,59 mm. Pelat beban bantalan yang berada di luar harus terlindung dari karat sampai seluruh permukaan yang terlihat dilapis cat di lapangan. Semua penyebab dan gejala karat harus dibuang dari permukaan yang akan dilas sebelum mulai dilas;

h) Lapisan anyaman (*fabric)* – Lapisan anyaman harus dijalin dari 100 % serat kaca (*fibre glass*) tipe E dengan anyaman menerus. Banyaknya alur minimum pada masing masing arah adalah 10 alur per cm. Anyaman tersebut harus memiliki kerisut atau suatu jalinan satin *8* ikatan *(harness)* . Setiap lapisan anyaman harus memiliki kuat putus minimum 140 kN/m lebar untuk setiap arah.

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, copy standar ini dibuat untuk penayangan di website Akses SNI dan tidak untuk dikomersilkan"

6 Pembuatan

a) Bantalan dengan lapisan baja harus dicetak sebagai satu kesatuan dalam cetakan, direkat, dan divulkanisasi di bawah panas dan tekanan. Cetakan harus memiliki bentuk yang memenuhi standar. Lapisan baja dalam harus disemprot bersih sampai memenuhi SSPC-Vis 1-01, dan harus dibersihkan dari minyak atau pelumas sebelum perekatan. Lembaran baja harus bersih dari sudut-sudut tajam dan kasar, dan harus memiliki selimut sisi sedikitnya 6 mm. Pelat beban luar (lempeng bagian bawah) harus dilindungi dari karat oleh penyedia jasa/produsen, dan harus digabung dengan cara pemanasan dengan bantalan selama vulkanisasi. Bantalan dengan lapisan baja yang direncanakan untuk bekerja sebagai satu kesatuan dengan faktor bentuk yang diberikan harus dibuat sebagai satu kesatuan;

b) Bantalan dengan lapisan lembaran anyaman dapat dicetak dan divulkanisasi dalam lembaran besar dan dipotong sesuai dengan ukuran yang dikehendaki. Pemotongan harus dilakukan sedemikian sehingga menghindari pemanasan bahan dan menghasilkan bentuk akhir yang halus tanpa terjadi pemisahan anyaman dengan karet. Lembaran anyaman harus bebas dari lipatan dan gelombang dan harus sejajar dengan permukaan atas dan bawah. Jika lempeng baja luar diperlukan, proses penggabungan dingin yang akan menghasilkan kekuatan yang dikehendaki sesuai dengan standar ini dapat digunakan, selain menggunakan proses penggabungan panas;

c) Bantalan tipe polos dapat dicetak atau dibuat dengan cara penekanan ke dalam cetakan, dan divulkanisasi dalam bentuk lembaran besar dan dipotong sesuai dengan ukuran yang dikehendaki. Pemotongan tidak diizinkan dengan memanaskan bahan dan harus menghasilkan pekerjaan akhir yang halus sesuai dengan ANSI B46.1, 6.3 µm. Bantalan karet penuh harus dicetak sesuai dengan ketebalan yang ditetapkan. Penyedia jasa/produsen/produsen tidak diizinkan membuat bantalan dengan pencapaian ketebalan yang dikerjakan dengan cara merekatkan lapisan yang lebih tipis. Lempeng beban luar, bila digunakan, harus dilindungi dari karat oleh penyedia jasa/produsen/ produsen, dan harus direkatkan secara panas dengan vulkanisasi selama proses pencetakan awal;

7 Toleransi

Bantalan tipe polos dan bantalan tipe berlapis harus dibuat berdasarkan ukuran rancangan dan toleransi yang tercantum pada Tabel 2, kecuali toleransi lain tercantum pada gambar rancangan. Gunakan persamaan berikut untuk menghitung batas toleransi kelurusan lapisan baja bila toleransi #3. ($\pm$ 3 mm) terlampaui:

$$7{,}5\theta + v/h_r \leq 0{,}35 \quad \text{.....(1)}$$

dengan syarat $\theta \leq 0{,}02$

keterangan:

h_r adalah ketebalan lapisan karet pelapis yang disyaratkan
θ (radian) adalah nilai mutlak perputaran sudut lapisan baja
v (mm) adalah perpindahan tegak lurus.

$$v = \left| h_r - 0.5\,(H_1 + H_2) \right| \quad \text{.....(2)}$$

untuk lapisan dalam

$$\theta = \left| (H_1 - H_2) / 2L \right| \quad \text{.....(3)}$$

untuk lapisan atas dan bawah selama ketebalan lapisan karet minimum $H_2 \geq 5$ mm;

$$\theta = \left| (H_1 - H_2) / L \right| \quad \text{.....(4)}$$

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, copy standar ini dibuat untuk penayangan di website Akses SNI dan tidak untuk dikomersilkan"

keterangan:

L adalah panjang bantalan,
H_1 adalah ketebalan maksimum yang terukur pada tepi lapisan
H_2 adalah ketebalan minimum yang terukur pada tepi lapisan

Bantalan yang memenuhi batas toleransi berdasarkan persamaan tadi juga harus memenuhi uji regangan tekan atau uji tekan inklinasi.

Tabel 2 - Toleransi bantalan karet

Uraian	Dimensi (mm)
Dimensi vertikal keseluruhan :	
Tebal 32 mm atau kurang	-0, +3
Tebal lebih dari 32 mm	-0, +6
Dimensi horizontal keseluruhan :	
Untuk pengukuran 914 mm atau kurang	-0, +6
Untuk pengukuran lebih dari 914 mm	-0, +12
Tebal lapisan karet seluruh bagian (untuk bantalan berlapis)	±3
Variasi terhadap permukaan teoritis :	
Atas	Kemiringan relatif terhadap dasar tidak lebih dari 0,005 radian
Samping	-0, +6
Posisi elemen penyambung yang terekspos	± 3
Penutup ujung elemen penyambung	- 0, +3
Ukuran lubang, celah dan sisipan	± 3
Posisi lubang, celah dan sisipan	± 3

8 Penandaan

Masing-masing bantalan karet harus ditandai dengan tinta yang tak dapat dihapus atau dengan cat lentur. Penandaan harus terdiri dari nomor urut, nomor kelompok, nomor tanda bantalan, dan tingkat serta jenis kompon karet. Jika tidak disyaratkan lain dalam dokumen kontrak, penandaan harus pada bagian permukaan yang terlihat setelah perakitan jembatan;

9 Pengujian bantalan dan kriteria penerimaan

9.1 Umum

a) Seluruh peralatan uji yang digunakan untuk menentukan kesesuaian dengan spesifikasi ini harus dikalibrasi secara teratur setahun sekali sesuai dengan AASHTO T 67;

b) Pengambilan benda uji, pengujian dan pertimbangan penerimaan dibuat berdasarkan kelompok produksi. Satu kelompok bantalan karet (elastomer) harus dipertimbangkan dalam bentuk satu kelompok yang terdiri dari 100 buah bantalan atau kurang yang diproduksi dengan cara menerus dari campuran karet yang sama, dirawat di bawah kondisi yang sama, dan semuanya terdiri dari ukuran dan tipe yang sama (polos, berlapis anyaman atau berlapis baja). Satu kelompok dapat mencakup 100 buah bantalan atau kurang yang mengandung lembaran anyaman dari ukuran rencana yang berbeda jika dipotong dari lembaran besar atau lembaran yang memenuhi persyaratan ini;

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, copy standar ini dibuat untuk penayangan di website Akses SNI dan tidak untuk dikomersilkan"

c) Penyedia jasa/produsen harus menandai bantalan-bantalan pada masing-masing kelompok dan menyatakan bahwa masing-masing bantalan dalam kelompok dibuat secara menerus dari komposisi karet yang sama, dan dirawat di bawah kondisi yang sama. Sebagai tambahan, penyedia jasa/produsen harus menyatakan bahwa masing-masing bantalan pada kelompok memenuhi persyaratan spesifikasi rencana dan memenuhi toleransi ukuran pada Pasal 7;

d) Dimensi dari setiap bantalan harus diperiksa. Jika ada ukuran yang berada di luar batas yang tercantum pada Tabel 2, bantalan tersebut harus ditolak;

e) Pengguna jasa/konsumen harus memilih contoh bantalan uji dari kelompok bantalan untuk keperluan pengujian sesuai dengan spesifikasi ini. Jumlah benda uji yang harus diambil adalah:

- bantalan tipe polos: minimum dua buah bantalan utuh dari setiap kelompok.
- bantalan tipe berlapis: minimum satu bantalan utuh per sepuluh buah bantalan dalam satu kelompok bantalan, dengan jumlah minimum dua buah bantalan.

f) Karet yang diambil dari bantalan contoh harus diuji untuk kesesuaian dengan persyaratan dalam spesifikasi ini. Jika contoh karet yang diambil gagal memenuhi persyaratan mana pun yang tercantum, kelompok bantalan tersebut harus ditolak;

g) Pengujian dapat dilakukan oleh penyedia jasa/produsen, oleh lembaga pengguna jasa/konsumen atau oleh pihak luar seperti laboratorium independen dengan persetujuan pengguna jasa/konsumen. Jika pengujian dilakukan oleh penyedia jasa/produsen atau laboratorium independent, sertifikat hasil pengujian harus disediakan. Tanpa mengabaikan lembaga yang ditunjuk untuk melakukan pengujian, pengguna jasa/konsumen memiliki hak untuk menguji kembali contoh dari bantalan untuk konfirmasi hasil pengujian;

9.2 Kriteria Penerimaan

a) Kriteria bantalan harus meliputi hal-hal berikut ini:

- Setiap contoh uji bantalan harus dilakukan pengujian untuk menentukan regangan tekan pada beban rencana maksimum (beban mati rencana + beban hidup rencana) sesuai dengan pasal 9.3.2 dalam standar ini jika perencana struktur (desainer) menetapkan nilai maksimum pada kondisi tersebut. Apabila bantalan tersebut gagal dalam pengujian tersebut, maka kelompok bantalan tersebut harus ditolak;
- Setiap bantalan contoh harus dibebani beban tekan sampai 1,5 kali beban rencana maksimum (beban mati rencana + beban hidup rencana). Beban tersebut harus ditahan selama 5 menit, dilepaskan, dan dibebani kembali kedua kalinya selama 5 menit. Bantalan tersebut harus diamati secara visual pada pembebanan kedua. Jika bantalan menunjukkan adanya kerusakan seperti bagian sudut yang melipat secara berlebihan, tiga buah retak yang terpisah pada permukaan sedalam > 2 mm dan atau selebar > 2 mm atau satu keretakan dengan kedalaman > 3 mm dan atau lebar > 6 mm, kelompok bantalan tersebut harus di tolak. Untuk tipe berlapis, pola tonjolan mempengaruhi penempatan lapisan yang tidak memenuhi kriteria perencanaan dan toleransi produksi, atau apabila tonjolan tersebut akibat ikatan antar lapisan yang buruk, lot tersebut harus ditolak;

b) Prosedur pilihan apabila diperlukan oleh pengguna jasa/konsumen;

c) Pengujian modulus geser bantalan harus dilakukan pada temperatur 23 ^{o}C $\pm$ 2 ^{o}C sesuai dengan petunjuk pada metoda uji dalam standar ini. Modulus geser harus ditentukan dengan menguji bantalan yang diambil dari bantalan contoh. Dengan kata lain atas pilihan pengguna jasa/konsumen, suatu uji kekakuan yang tak merusak sebagai pembanding dapat dilakukan pada sepasang bantalan contoh. Jika uji tak merusak telah

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, copy standar ini dibuat untuk penayangan di website Akses SNI dan tidak untuk dikomersilkan"

dilakukan, modulus gesernya dapat dihitung dari kekakuan geser bantalan yang telah terukur, dihitung besarnya pengaruh kekakuan geser terhadap ukuran bantalan dan beban tekan. Modulus geser yang didapat harus ± 15 % dari nilai yang disyaratkan. Jika modulus gesernya tidak memenuhi persyaratan minimum, lot tersebut harus ditolak;

d) Pengguna jasa/konsumen boleh mengajukan pengujian lebih lanjut seperti uji fatik atau uji sampai hancur.

e) Untuk bantalan berlapis, satu contoh dari setiap lot harus diuji kekuatan lekatnya. Bantalan dengan lapisan serat fabric harus memiliki kekuatan lekat minimum 5.2 kN/m dan bantalan dengan lapisan pelat baja sebesar 6.9 kN/m (lihat pasal 9.3.3). Jika hasil pengujian gagal memenuhi persyaratan minimum kekuatan lekat, maka kelompok bantalan tersebut harus ditolak.

9.3 Pengujian

9.3.1 Penentuan regangan tekan pada beban rencana maksimum

a) Bantalan yang akan diuji, harus ditempatkan pada mesin uji yang mampu memberikan beban tekan sama dengan beban mati tekan ditambah beban hidup layan rencana maksimum;

b) Sepasang deflektometer harus ditempatkan pada mesin penguji pada sisi bantalan yang berlawanan. Deflektometer tersebut harus ditempatkan sedekat mungkin dengan titik pusat bantalan;

c) Bantalan tersebut harus dibebani pada kecepatan 520 kPa/menit (5,2 kg/cm^2/menit), sampai tegangan tekan mencapai 5% dari beban mati rencana maksimum ditambah beban hidup. Beban 5% ini harus dipertahankan selama 2 menit. Pada akhir periode ini, nilai yang ditunjukkan pada deflektometer harus dicatat;

d) Beban tekan tersebut harus dinaikkan dengan kecepatan 5,2 kg/cm^2/menit sampai tegangan tekan mencapai beban mati ditambah beban hidup layan rencana maksimum. Beban ini harus dipertahankan selama 2 menit. Pada akhir periode ini, nilai yang ditunjukkan pada deflektometer harus dicatat;

e) Penurunan total akibat kedua pembebanan tekan tersebut harus dihitung untuk masing-masing deflektometer. Regangan tekan bantalan dihitung sebagai penurunan rata-rata akibat beban tekan yang ditunjukkan oleh dua pasang deflektometer dibagi dengan tebal efektif rencana bantalan yang diuji.

9.3.2 Pengujian tekan dengan benda uji dimiringkan untuk modulus geser

a) Pengujian ini untuk menentukan modulus geser bantalan karet skala penuh dari kurva beban tekan vs perpindahan geser setelah tiga siklus pengondisian sampai 65% regangan;

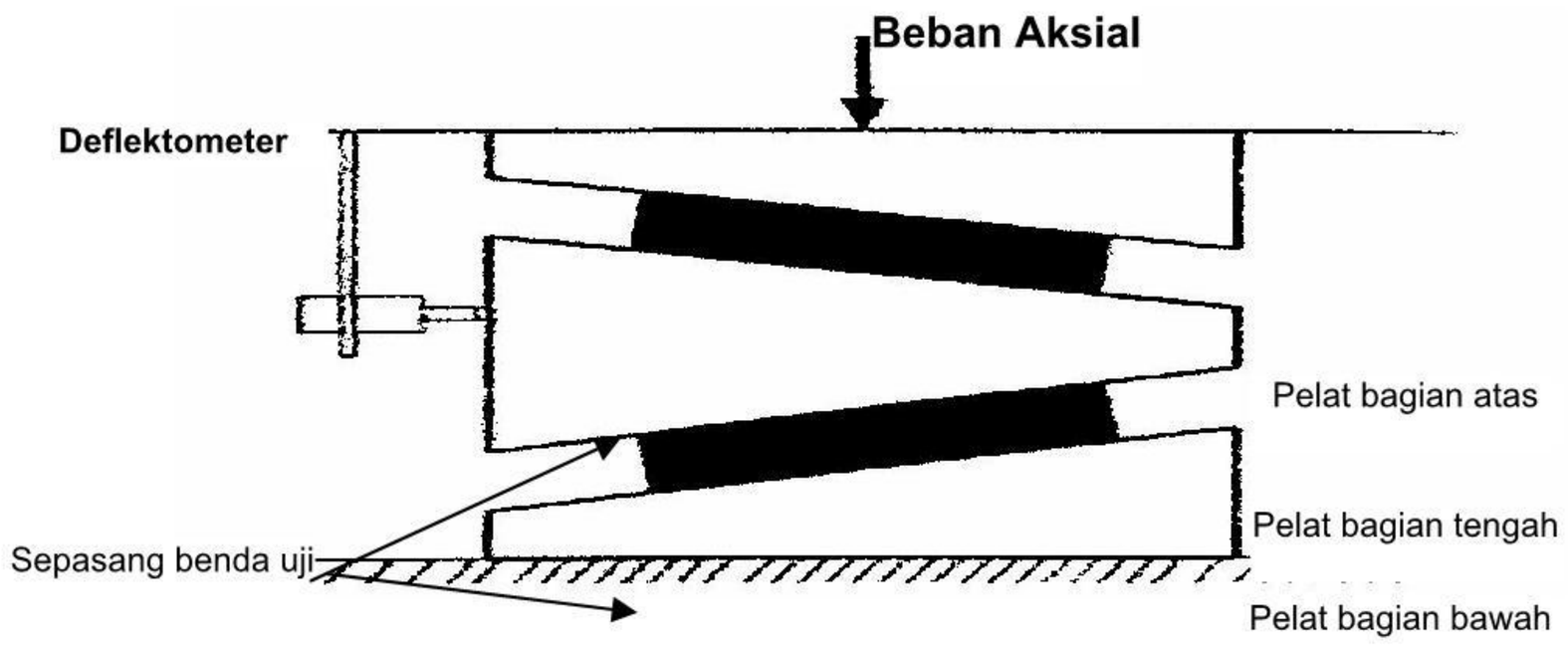
b) Suatu mesin penguji tekan harus digunakan untuk memberikan beban terhadap sepasang bantalan yang diuji di antara tiga pelat yang dimiringkan seperti Gambar 1;

c) Pelat yang dimiringkan harus terbuat dari baja atau aluminum. Kemiringan permukaan dapat beragam antara 1 : 10 hingga 1 : 20. Seluruh pelat harus memiliki kemiringan permukaan yang sama. Ukuran pelat harus lebih besar dari ukuran elastomer yang diuji. Ketebalan minimum pelat aluminum harus 12 mm. Pelat bawah dan pelat atas harus disatukan pada mesin penguji;

d) Semua permukaan pelat yang memiliki bidang kontak dengan permukaan bantalan harus dikasarkan untuk mencegah bantalan tergelincir selama pengujian. Pengasaran dapat dilakukan dengan pemukulan menggunakan alat untuk mengasarkan permukaan beton, atau disemprot dengan pasir atau cara-cara lain untuk maksud yang sama.

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, copy standar ini dibuat untuk penayangan di website Akses SNI dan tidak untuk dikomersilkan"

Gerusan kecil yang tidak lebih dalam dari 1 mm juga dapat digunakan untuk memberikan permukaan yang anti gelincir;



Gambar 1 - Pemasangan pengujian tekan dengan benda uji miring

e) Bantalan karet harus memiliki ketebalan seragam dan berpenampang melintang segi empat atau lingkaran. Ketebalan bantalan minimum adalah 6 mm. Panjang dan lebar masing-masing bantalan tidak boleh kurang dari 4 kali tebal;

f) Bantalan tipe polos harus direkatkan pada pelat yang kaku pada kedua permukaan atas dan bawahnya. Temperatur perawatan sistem perekatan tidak boleh lebih dari 40^0C. Pelat harus memiliki penampang melintang segi empat dan terbuat dari baja lunak. Ukuran pelat harus sedikit lebih besar dari ukuran bantalan. Ketebalan pelat ≥ 5 mm;

g) Ukur panjang, tebal dan ketebalan total bantalan untuk menetapkan luas penampang melintang rata-rata (A) dan ketebalan rata-rata bantalan (T);

h) Bantalan tipe laminasi harus diuji dengan atau tanpa memasang pelat;

i) Permukaan kontak bantalan yang tidak direkatkan ke pelat baja harus dibersihkan untuk menghilangkan bahan-bahan yang tertinggal;

j) Biarkan rekatan beberapa saat agar mencapai kekuatan yang cukup dan kondisikan benda uji pada temperatur uji 23 °C ± 2 °C sedikitnya 8 jam sebelum pengujian, jika temperatur lain tidak ditetapkan;

k) Bantalan karet harus diapit di antara pelat-pelat baja hingga permukaannya saling bersentuhan;

l) Dua deflektometer harus dipasang untuk mengamati pergerakan horizontal pelat tengah. Deflektometer harus memiliki ketelitian hingga sedikitnya 0,025 mm;

m) Lakukan empat siklus pembebanan dan pelepasan beban secara berturutan sampai deformasi sama dengan 65 % ketebalan bantalan rata-rata, dan pada laju beban sehingga satu siklus memerlukan waktu empat sampai enam menit. Di dalam semua pelepasan beban, beban minimum harus 5 kN atau dua persen dari beban maksimum, pilih yang paling kecil;

n) Jika terlihat tanda-tanda bantalan karet tergelincir terhadap pelat kaku atau kegagalan rekatan selama pengujian, siapkan benda uji baru dan ulangi pengujian;

o) Jika pelat tengah tidak kembali mendekati posisi awal setelah dua siklus terakhir pelepasan beban yang berturutan, gelincir dapat terjadi antara bantalan dengan pelat kaku. Kondisi seperti ini harus diperbaiki untuk mendapatkan hasil yang benar;

p) Modulus geser harus ditetapkan dari siklus keempat kurva beban tekan terhadap pergerakan rata-rata seperti yang ditunjukan pada pada Gambar 2;

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, copy standar ini dibuat untuk penayangan di website Akses SNI dan tidak untuk dikomersilkan"

q) Ambil satu titik asal efektif pada gaya F_1, perpanjangan X_1. F_1 adalah nilai terkecil antara 5 kN atau 2 % dari maksimum gaya siklus ke-empat, sedangkan X_1 adalah perpindahan pada saat gaya F_1. Tetapkan gaya F_2 pada perpanjangan X_2 yang didapat dari X_1 + 0,5T, dimana T adalah ketebalan bantalan rata-rata (ketebalan keseluruhan bantalan dikurangi tebal semua lapisan yang terdapat dalam bantalan);

r) Modulus Geser dihitung sebagai berikut:

$$\text{Modulus geser} = \frac{2\,(F_2 - F_1)}{A.n} \quad \text{..... (5)}$$

keterangan:

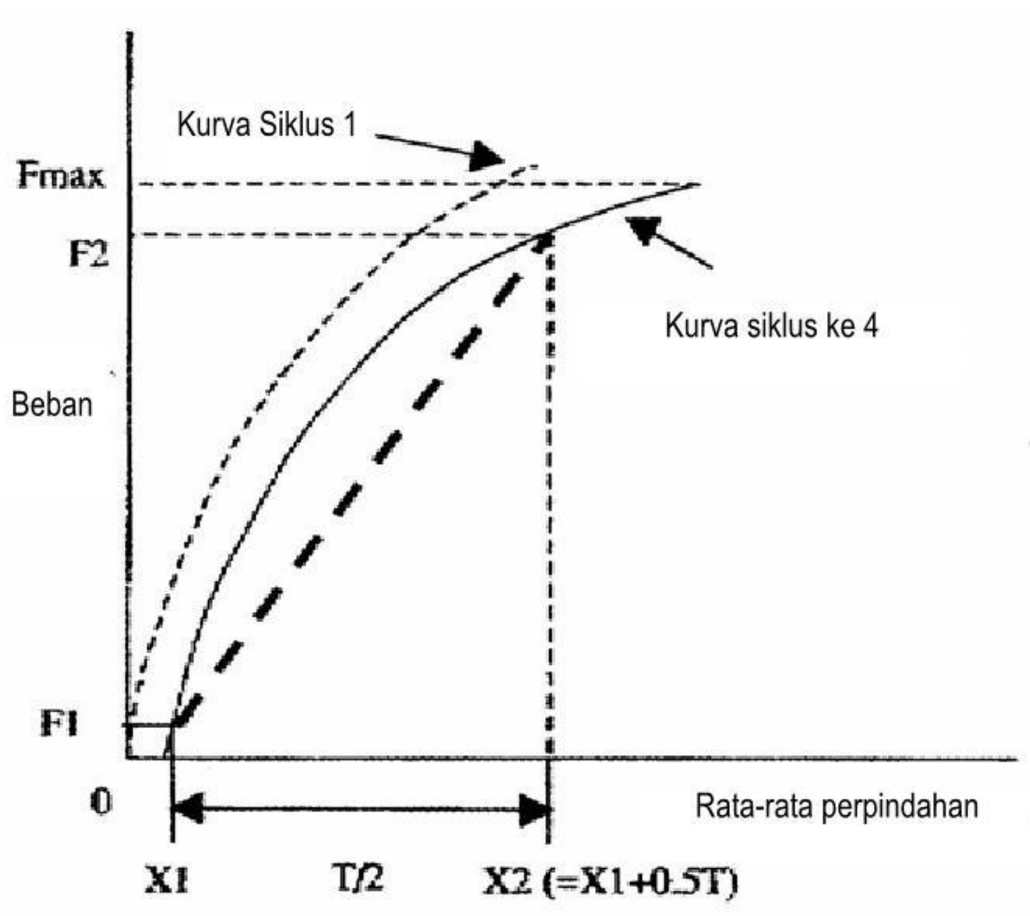
F_1 adalah Gaya inisial (5kN atau 2 % beban max siklus keempat) dimana tercapai perpindahan 65% T (kN)

F_2 adalah Gaya pada titik perpotongan X_2 dengan kurva siklus keempat (kN)

A adalah Luas potongan melintang bantalan (mm^2)

n adalah kemiringan pelat

Untuk perbandingan kemiringan 1 (vertikal) : n (horizontal), faktor n mengkonversi gaya tekan ke gaya geser mendatar.



Gambar 2 - Gaya tekan vs perpindahan geser

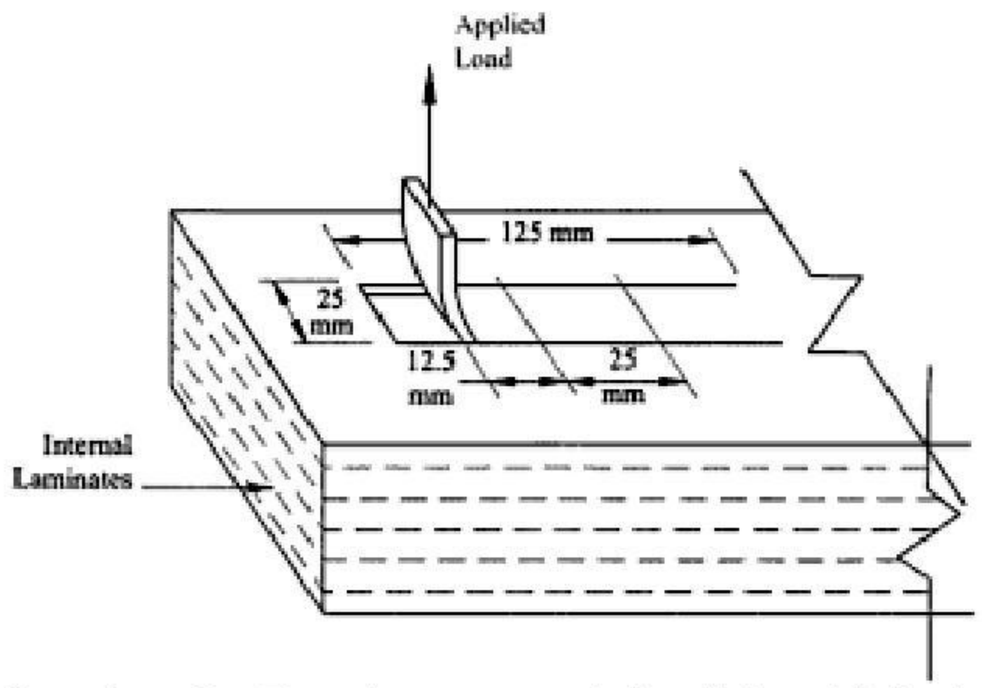
9.3.3 Metode pengujian kekuatan lekat

a) Pengujian kekuatan lekat harus dilakukan sesuai dengan SNI 06-4892 (ASTM D 429 Metode B).

b) Pengujian kuat lekat harus dilaksanakan pada contoh bantalan dengan memotong bagian berupa strip yang diperlukan dari lapisan elastomer yang melekat pada lapisan dalam. Strip yang dibentuk harus memiliki dimensi lebar 25 mm, panjang 125 mm dan ketebalan minimum 6.3 mm.

c) Pengupasan strip elastomer dari lapisan dalam harus diawali dengan pemotongan yang seksama pada permukaan elastomer untuk membentuk pegangan (*tab*) yang cukup panjang sebagai pegangan strip pada penjepit (*grip*) mesin penguji.

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, copy standar ini dibuat untuk penayangan di website Akses SNI dan tidak untuk dikomersilkan"



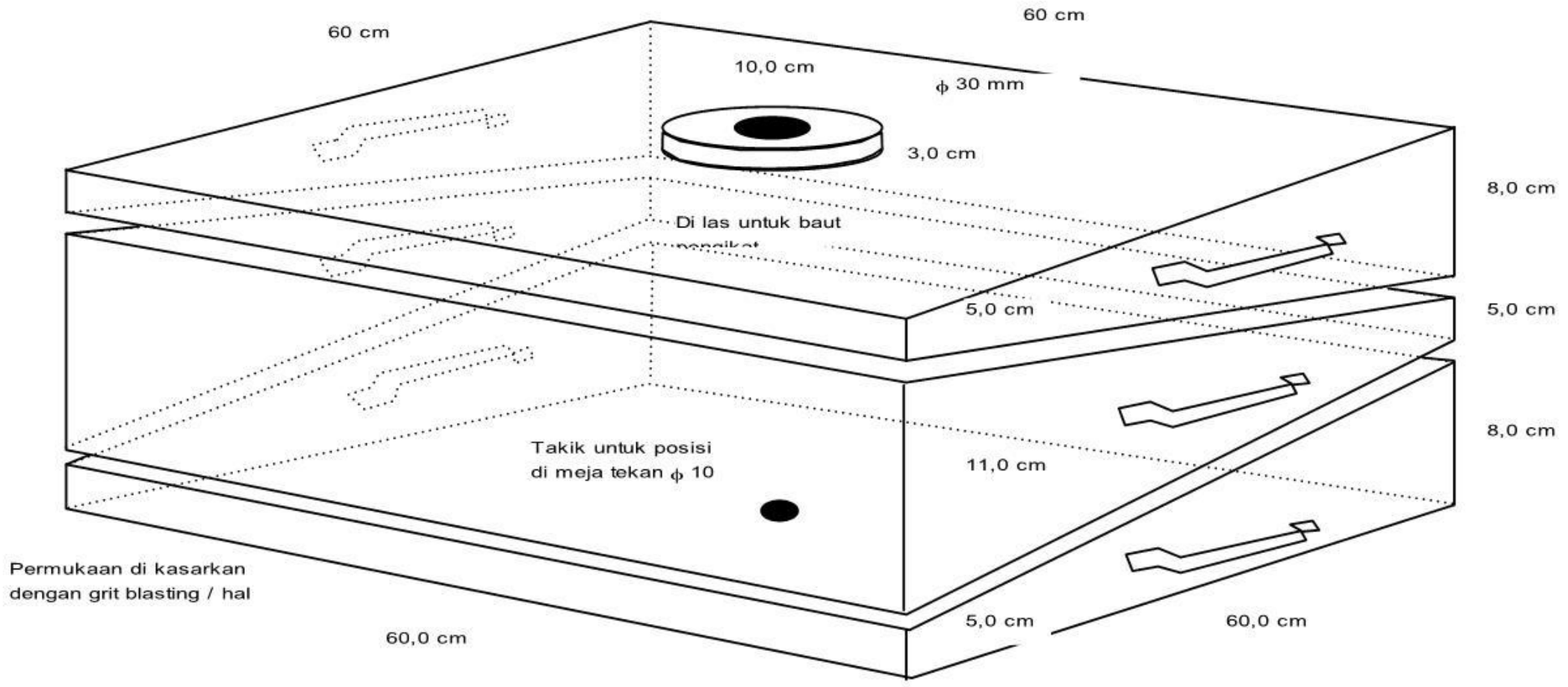
Gambar 3 - Persiapan contoh uji kuat lekat

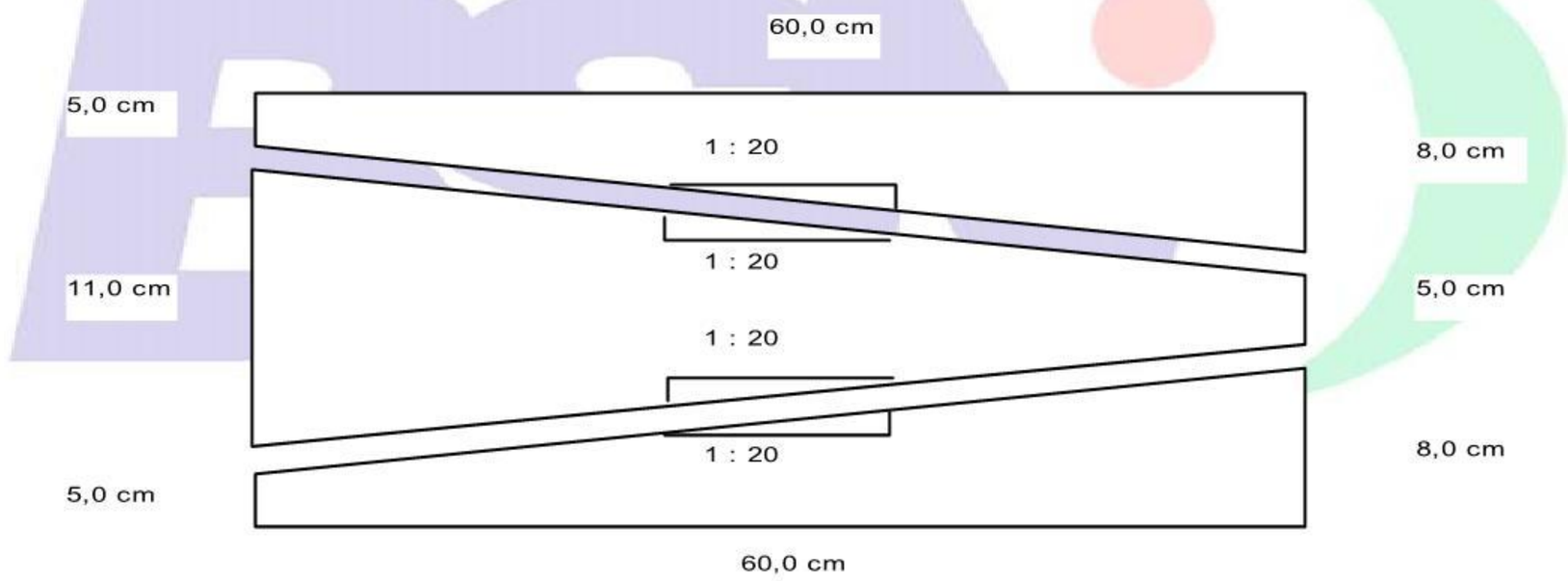
d) Pemberian tanda berupa garis melintang pada strip perlu dilakukan pada jarak 12,5 mm dan 37,5 mm dihitung dari tempat pertemuan strip yang telah terkupas dengan lapisan dalam. Kemudian benda uji dijepit pada mesin sedemikian sehingga sudut yang dibentuk antara pegangan elastomer dengan permukaan bantalan membentuk sudut kira-kira 90^0 selama pengujian berlangsung.

e) Pembebanan tarik diberikan pada kecepatan yang diperlukan sampai elastomer terkelupas melewati garis 37,5 mm yang telah disiapkan sambil merekam beban yang diperlukan. Jika beban telah mencapai 270 N tanpa adanya tanda-tanda elastomer yang terkelupas, akhiri pengujian dan laporkan kekuatan lekat sebesar 10,8 kN/m. Jika elastomer terkelupas hingga mencapai garis 37,5 mm tanpa mencapai beban 270 N, kekuatan lekat harus dicatat sebagai beban rata-rata dalam kN/m dari lebar yang diperlukan untuk pengupasan elastomer di antara garis yang telah dibuat. Jika elastomer sobek atau lepas dari bantalan sebelum mencapai batas 37,5 mm atau mencapai beban 270 N, maka perlu dilakukan pengujian pada bagian yang lain.

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, copy standar ini dibuat untuk penayangan di website Akses SNI dan tidak untuk dikomersilkan"

Lampiran A
(informatif)
Gambar contoh pelat uji inklinasi untuk pengujian modulus geser





"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, copy standar ini dibuat untuk penayangan di website Akses SNI dan tidak untuk dikomersilkan"

Lampiran B
(normatif)

Daftar pengujian untuk pengendalian mutu bantalan karet untuk perletakan jembatan berdasarkan SNI 3967:2013

NO	Jenis Pengujian	Acuan	Parameter yang diuji dan spesifikasinya	Jumlah benda uji Minimum
1	Pengujian pembebanan tekan pada 1,5 x beban rencana maksimum	SNI 3967	Kondisi Visual saat dan setelah pembebanan tidak terjadi kerusakan	seluruh bantalan dari setiap lot
2	Pengujian regangan tekan pada beban rencana maksimum	SNI 3967	Nilai regangan tekan yang terjadi tidak melebihi spesifikasi yang ditetapkan desainer	1 buah bantalan per sepuluh bantalan dalam 1 lot 10 (sepuluh) persen dari jumlah bantalan yang diuji
3	Pengujian modulus geser	SNI 3967	Nilai modulus geser tidak lebih kecil dari 0.55 MPa	1 buah bantalan per sepuluh bantalan dalam 1 lot
4	Pengujian lapisan penguat	SNI 07-6764-2002	Harus sesuai ASTM A 36 M atau ASTM 1100 M.	1 buah bantalan dalam 1 lot
5	Pengujian kekuatan lekat	SNI 06-4892	Kekuatan lekat antara karet dengan lapisan dalam tidak lebih kecil dari 6,9 kN/m untuk bantalan dengan lapisan pelat baja dan 5,2 kN/m untuk bantalan dengan lapisan fabric.	
6	Pengujian Kekerasan karet Shore A	SNI 06-4999	Nilai kekerasan karet diuji dengan Shore A masuk ke dalam kategori Duro 50, 60 atau 70	
7	Kuat Tarik Karet	SNI 06-4966	Nilai kuat tarik putus dari karet yang terjadi tidak lebih kecil dari 15,5 MPa	
8	Perpanjangan Ultimit	SNI 06-4966	Nilai perpanjangan pada saat putus yang terjadi tidak kurang dari sekian persen tergantung pada kategori kekerasan karetnya.	

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, copy standar ini dibuat untuk penayangan di website Akses SNI dan tidak untuk dikomersilkan"

NO	Jenis Pengujian	Acuan	Parameter yang diuji dan spesifikasinya	Jumlah benda uji Minimum
9	Pemampatan Tetap (Compression Set)	SNI 06-4889	Nilai *compression set* (pampatan tetap) maksimum yang terjadi akibat dipampatkan dan dipanaskan tidak lebih dari 25 % untuk karet alam dan 35 % untuk karet sintetis	
10	Pengujian Ketahan Ozon	SNI 06-4894	Permukaan karet tidak boleh terjadi keretakan akibat diberikan konsentrasi ozon tertentu selama periode waktu tertentu sesuai jenis bahannya.	

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, copy standar ini dibuat untuk penayangan di website Akses SNI dan tidak untuk dikomersilkan"

Bibliografi

AASHTO LRFD Bridge Design Specification

Rubber Manufacturers Association, Inc, RMA F3

Rubber Manufacturers Association, Inc, RMA T.063

Rubber Manufacturers Association, Inc, RMA F2

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, copy standar ini dibuat untuk penayangan di website Akses SNI dan tidak untuk dikomersilkan"